TRATAN DE AUMENTAR LA SEGURIDAD EN EL USO DE MAQUINARIA PESADA REPRODUCIENDO SITUACIONES REALES

Simuladores personales para la formación de operadores de maquinaria forestal



Las especiales condiciones de trabajo del sector forestal hacen que en éste se originen gran cantidad de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, siendo, sin duda alguna, la maquinaria y los equipos de trabajo los principales factores de riesgo. De forma general, las medidas de prevención a adoptar son de tres tipos: adquisición y utilización de máquinas intrínsecamente seguras, información sobre los riesgos del puesto de trabajo y formación en métodos correctos de operación.

Gregorio L. Blanco Roldán.

Dpto. Ingeniería Rural. ETSI Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba.

Todas las máquinas comercializadas en la Unión Europea deben estar diseñadas y fabricadas según los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud establecidos por la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, conocida como Directiva de Máquinas, transpuesta al or-

denamiento jurídico español en el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre. Dicha Directiva no es de aplicación en tractores agrícolas y forestales para los riesgos cubiertos por la Directiva 2003/37, con exclusión de las máquinas instaladas en dichos vehículos.

Estos requisitos parten de un proceso de integración de la seguridad de tal forma que las máquinas se deben diseñar y fabricar de manera que sean aptas para su función y para que se puedan manejar, regular y mantener sin riesgo para las personas cuando dichas operaciones se lleven a cabo en las condiciones previstas, pero también teniendo en cuenta cualquier mal uso razonablemente previsible. Las medidas que se tomen deberán ir encaminadas a suprimir cualquier riesgo durante la vida útil previsible de la máquina, incluidas las fases de transporte, montaje, desmontaje, retirada de servicio y desguace.

El fabricante certifica el cumplimiento de la citada legislación colocando el marcado CE, realizando la declaración de conformidad y elaborando un manual de instrucciones.

Por otra parte, las máquinas también deben cumplir las condiciones impuestas por la normativa de utilización que les es aplicable, en concreto el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, conocido como Reglamento de Equipos de Trabajo.







Foto 1. Detalle de apeo mediante cabezal procesador. Foto 2. Transporte y apilado de troncos. Foto 3. Operación de enganche de troncos con un *skidder*.

CUADRO I.

Aspectos a destacar en la información sobre prácticas seguras en operaciones con tractores forestales.

Generales	Específicos
Estacionamiento	*Procesadora* **(foto 1)**
Reparación y mantenimiento	Sierra de corte
Conducción	Apeo y procesado
	Autocargador **(foto 2)**
	Carga y descarga
	Apilado
	Skidder **(foto 3)**
	Cable de arrastre
	Enganches
	Desembosque
	Apilado

Información sobre riesgos

La información para los operadores de maquinaria y equipos de trabajo, que debe suministrarse preferentemente por escrito, por ejemplo, en forma de folletos, contendrá indicaciones relativas a:

1. Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo **(cuadro I)**, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse. Esto debe hacerse según las especificaciones del manual de instrucciones del fabricante.

2. Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

El contenido mínimo de un manual de instrucciones (Directiva 2006/42/CE) se detalla a continuación:

- Razón social y dirección completa del fabricante y de su representante autorizado.
- Designación de la máquina.
- Declaración CE de conformidad.
- Descripción general de la máquina.
- Planos, diagramas, descripciones y explicaciones necesarias para el uso, el mantenimiento y la reparación, así como para comprobar su correcto funcionamiento.
- Descripción de los puestos de trabajo que puedan ocupar los operadores.
- Descripción del uso previsto de la máquina.
- Advertencias relativas a los modos en los que no se debe utilizar una máquina.
- Instrucciones de montaje, instalación y conexión.





Foto 4. Señales de advertencia sobre peligros en una astilladora. Foto 5. Formación práctica para la poda en altura.

- Instrucciones relativas a la puesta en servicio y la utilización de la máquina.

- Instrucciones relativas a la formación de los operadores.

- Información sobre los riesgos residuales que existan a pesar de las medidas de diseño inherentemente seguro, de los protectores y otras medidas de protección complementarias adoptadas.

- Instrucciones acerca de las medidas preventivas que debe adoptar el usuario, incluyendo los equipos de protección individual a prever.

- Características básicas de las herramientas que puedan acoplarse a la máquina.

- Condiciones en las que las máquinas responden al requisito de estabilidad durante su utilización, transporte, montaje, desmontaje, situación de fuera de servicio, ensayo o situación de avería previsible.

- Instrucciones para que las operaciones de transporte, manutención y almacenamiento puedan realizarse con total seguridad.

- Modo operativo que se ha de seguir en caso de accidente o de avería.

- Descripción de las operaciones de reglaje y de mantenimiento.

- Instrucciones diseñadas para permitir que el reglaje y el mantenimiento se realicen con total seguridad incluidas las medidas preventivas.

- Características de las piezas de recambio que deben utilizarse.

- Declaración de ruido aéreo emitido y vibraciones.

Además, también se considera información relevante sobre la máquina, los dispositivos y señales de advertencia **(foto 4)** y los dispositivos de información (pantallas de visualización o monitores).

Formación en métodos de trabajo

Con la formación se pretende desarrollar las capacidades y aptitudes de los trabajadores para la correcta ejecución de las tareas que les son encomendadas y lograr un cambio de actitud favorable, para que asuman que las medidas de seguridad son esenciales para el







Foto 6. Pantalla de visualización en un simulador de autocargador. Foto 7. Cabina del simulador.

correcto desarrollo del trabajo (Bestratén y Marrón, 1998). La elaboración de un procedimiento normalizado constituye la mejor forma de asegurar que todos los trabajadores son informados y formados convenientemente y de la forma prevista.

En aplicación de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, los operadores de maquinaria y equipos de trabajo deberán recibir una formación teórica y práctica **(foto 5)**, suficiente y adecuada, en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo. Esta formación deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario.

Los operadores de maquinaria deben conocer los riesgos a los que pueden estar expuestos y las medidas que se deben adoptar para evitar accidentes. Se debe impedir el exceso de confianza que suele aparecer en los más veteranos. Muchos piensan que a ellos no les va a ocurrir nada porque dominan perfectamente su máquina y suelen ser los más reacios a la formación o la utilización de medidas de protección colectivas o individuales.

La formación práctica (entrenamiento) de operadores de maquinaria pesada implica problemas de seguridad (generación de riesgos) y económicos (posibilidad de daños a los equipos).

Una alternativa para solucionar los inconvenientes derivados de las tareas de aprendizaje y entrenamiento es la utilización de simuladores. Estos permiten que los trabajadores poco expertos o aquellos que se incorporen a un nuevo puesto de trabajo, en una nueva máquina o modelo, conozcan las características de operación antes de entrar en contacto con el equipo real.

Sistemas de simulación de maquinaria forestal

Desde hace más de una década se han venido desarrollando equipos de simulación de maquinaria pesada con propósitos de formación. Los simuladores utilizan las tecnologías del diseño en tres dimensiones, la realidad virtual y los modelos dinámicos, para que así se reproduzcan, con el mayor grado de fiabilidad, las situaciones que el operador se va a encontrar en el entorno de trabajo real.

FIGURA 1.

Simulación de operaciones (doc. Log Max - Eco Log).

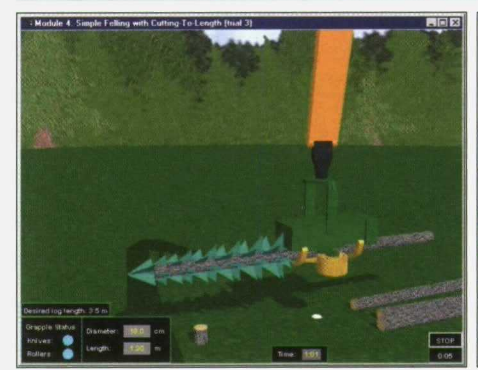
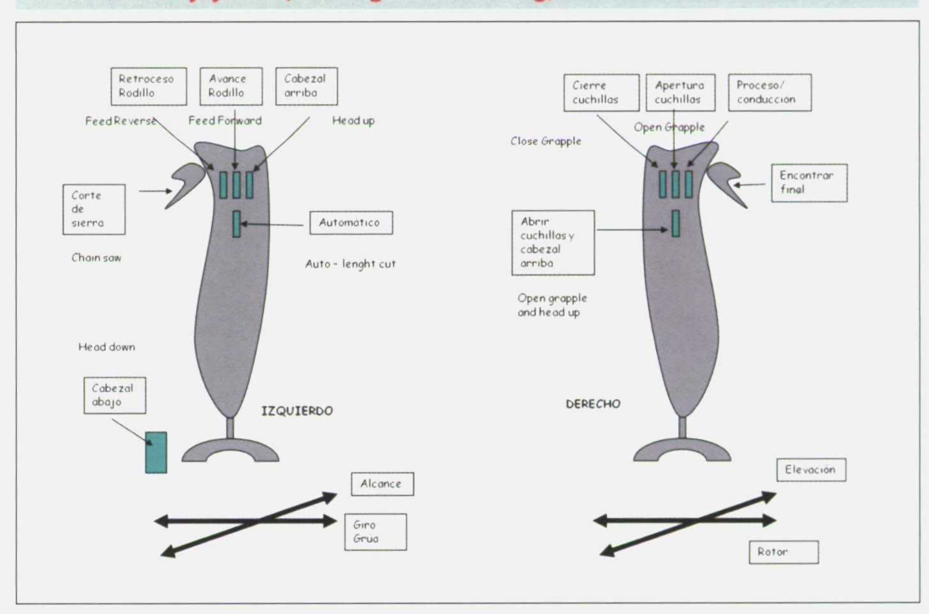




FIGURA 2.

Funciones del joystick (doc. Log Max - Eco Log).



Los elementos que componen un simulador de maquinaria forestal son (adaptado de e-Tech Simulation y Simlog, 2010):

- Subsistema de simulación dinámica (software): conjunto de aplicaciones para cálculo del estado de la máquina y del entorno en cada instante de tiempo.

- Subsistema visual:

• Representación virtual del escenario de trabajo a partir de los cálculos realizados por el subsistema dinámico.

• Visualización en pantalla que abarca el campo de visión del operador **(foto 6).**

- Subsistema físico: permite la comunicación del operador con los dos subsistemas anteriores: las decisiones que toma son interpretadas por el primero y reproducidas en el segundo. Está compuesto por una cabina **(foto 7)**, asiento y controles de mando (joystick).

- Programa formativo: conjunto de ejercicios programados en el software del simulador y manual de instrucciones para entrenamiento.

Entre otras funciones, un simulador permite la repetición de un determinado ejercicio tantas veces como sea necesario, la utilización de la máquina en situaciones que no son factibles en la realidad (tales como operaciones con fallos o en condiciones extremas) y el diseño de situaciones de riesgo.

CUADRO II.

Parámetros medidos por el simulador de procesador.

MÓDULO 1 (2 h)
• Tiempo hasta que la función correcta es activada
• Número de activaciones de funciones incorrectas
MÓDULO 2 (4 h)
• Tiempo para agarrar el árbol
• Exactitud del agarre
MÓDULO 3 (4 h)
• Tiempo de tala del árbol
• Exactitud de la tala
• Altura del tocón del árbol
MÓDULO 4 (4 h)
• Tiempo para terminar la tarea
• Proporción de la longitud del tronco que se está procesando
• Altura del tocón del árbol
• Número de los troncos procesados
• Media de error en la longitud de troncos procesados
• Media de altura de los troncos procesados
MÓDULO 5 (4 h)
• Tiempo para terminar la tarea
• Proporción de la longitud del tronco que se está procesando
• Altura del tocón del árbol
• Número de los troncos procesados
• Media de error en la longitud de troncos procesados
• Media de altura de los troncos procesados
• Exactitud del depósito de los troncos
MÓDULO 6 (4 h)
• Tiempo para terminar la tarea
• Proporción de la longitud del tronco que se está procesando
• Altura del tocón del árbol
• Número de los troncos procesados
• Media de error en la longitud de troncos procesados
• Media de altura de los troncos procesados
• Exactitud del depósito de los troncos
• Productividad medida en los troncos/hora y m^3/hora
MÓDULO 7 (4h)
• Tiempo para terminar la tarea
• Proporción de la longitud del tronco que se está procesando
• Altura del tocón del árbol
• Número de troncos procesados
• Media de error en la longitud de troncos procesados
MÓDULO 8 (6 h)
• Tiempo para terminar la tarea
• Proporción de la longitud del tronco que se está procesando
• Altura del tocón del árbol
• Número de troncos procesados
• Media de error en la longitud de troncos procesados
• Media de altura de los troncos procesados
• Exactitud del depósito de los troncos
• Número de árboles no-marcados talados

CUADRO III.

Tiempos medios de ejecución en un simulador de autocargador.

Módulo	Tiempo (s)			Reducción (%)
	Objetivo	Antes del entrenamiento	Después del entrenamiento	
Carga de troncos	30	65,8	42,9	34,8
Descarga de troncos	30	63,2	43,2	31,6

Un ejemplo práctico

En el año 2008 la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía instaló un simulador personal de procesador y autocargador en el Centro de Capacitación y Experimentación Forestal de Cazorla (Jaén).

El sistema pone al operador al control de dos equipos: una máquina base de cadenas equipada con un brazo articulado y cabeza procesadora en la punta y un típico autocargador con un brazo telescópico articulado y con una grapa en la punta **(figura 1)**. Mediante las funciones de los mandos se simulan todas las necesidades de trabajo de la máquina **(figura 2)**.

El sistema proporciona hasta ocho módulos de simulación con dificultad creciente, que, en el primer caso, comienzan con el manejo de las funciones básicas de la cabeza procesadora y finalizan con el apeo direccional, procesado de troncos en apeadero y operaciones de entresaca. En el autocargador, se inician con prácticas sobre el control del brazo y la grapa y finalizan con la carga y descarga de troncos en la parrilla trasera.

Los módulos de simulación del procesador y autocargador que proporciona el sistema son:

- Simulador de procesador forestal:

1. Funciones principales de cabeza procesadora.
2. Control de movimiento de cabeza procesadora.
3. Tala simple.
4. Tala simple con corte a longitud.
5. Tala simple y depósito.
6. Tala múltiple y depósito.
7. Cabezal procesando.
8. Procesado selectivo con movimiento de máquina

- Simulador de autocargador forestal:

1. Control de grapa I.
2. Control de grapa II.
3. Carga de troncos I.
4. Carga de troncos II.
5. Descarga de troncos I.
6. Descarga de troncos II.

Para cada módulo se seleccionan unos parámetros clave que permiten medir la productividad y calidad del trabajo realizado **(cuadro II)**. Como ejemplo, en el **cuadro III** se muestran datos de tiempos medios de ejecución de operaciones en un simulador de autocargador similar al descrito, obtenidos por Silva *et al.* (2010).

Agradecimientos

Se agradece a Félix Carmona Arango, de la empresa Log Max Iberia, por la estrecha colaboración en la elaboración de este artículo.

Bibliografía

- Bestratén, M.; Marrón, M.A., 1998. NTP 559: Sistema de gestión preventiva: procedimiento de control de la información y formación preventiva. Ed. INSHT. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Madrid.
- Directiva 2003/37/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de mayo de 2003, relativa a la homologación de los tractores agrícolas o forestales, de sus remolques y de su maquinaria intercambiable remolcada, así como de los sistemas, componentes y unidades técnicas de dichos vehículos y por la que se deroga la Directiva 74/150/CEE. DO L 171 de 9.7.2003.
- Directiva 2006/42/CE, del Parlamento europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición). DOUE. 9.6.2006.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269, 10/11/1995
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE nº 188, 07/08/1997.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Silva Lopes, E.; Oliveira, D.; Candido da Silva, P.; Chiquetto, A.L., 2010. Evaluation of operator´s performance training with forwarder simulator. Ciencia Forestal, v.20, n.1, p. 177-187.